

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-308200

(43) 公開日 平成9年(1997)11月28日

(51) Int.Cl.⁶
H 0 2 K 21/24

識別記号 庁内整理番号

F I
H 0 2 K 21/24

技術表示箇所
M

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-117688

(22) 出願日 平成8年(1996)5月13日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 萩原 敬三

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社

東芝本社事務所内

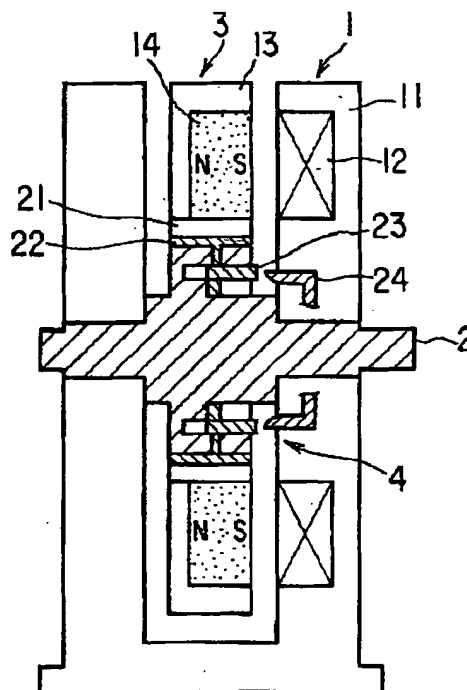
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 永久磁石式回転電機

(57) 【要約】

【課題】 高速回転時に電圧を調整・抑制し、低速回転から高速回転までの広範囲の運転を実現することにある。

【解決手段】 電機子コイル12が装着されているステータ1と、このステータに対して所定の空隙を介して主界磁の永久磁石14が対向配置されたロータ3と、所定の条件が成立した時、前記永久磁石の磁気回路を短絡する可動磁性体22を有する界磁弱め機構4とを設けた永久磁石式回転電機である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電機子コイルが装着されているステータと、

このステータに対して所定の空隙を介して主界磁の永久磁石が対向配置されたロータと、

所定の条件が成立した時、前記永久磁石の磁気回路を短絡する可動磁性体を有する界磁弱め機構と、

を備えたことを特徴とする永久磁石式回転電機。

【請求項2】 所定の条件は、前記ロータの所定値以上の高速回転、前記ロータの前段側回路の異常、所定値以上の負荷状態の何れ1つである請求項1記載の永久磁石式回転電機。

【請求項3】 界磁弱め機構は、T字形状に形成され、その前端部側が永久磁石に対して所定の空隙をもって可動可能に配置され、後端部の一側部方向に舌片をもつ前記可動磁性体と、この可動磁性体を挿通する長孔が形成され、通常運転時、当該可動磁性体の舌片に係合されるストップと、前記所定の条件のとき、前記ストップを移動させて前記長孔から舌片を離脱するストップ押し部材とを備え、この離脱された可動磁性体がロータ回転の遠心力および永久磁石の磁力を利用して当該永久磁石に密着させることを特徴とする請求項1記載の永久磁石式回転電機。

【請求項4】 界磁弱め機構は、前記永久磁石に対して所定の空隙をもって可動可能に配置された板状の可動磁性体と、この可動磁性体と回転軸とを接続し、弾性力とロータ回転の遠心力と永久磁石の磁力とに抗して可動磁性体を前記永久磁石に密着させる弾性体とを備えたことを特徴とする請求項1記載の永久磁石式回転電機。

【請求項5】 界磁弱め機構は、T字形状に形成され、その前端部側が永久磁石に対して所定の空隙をもって可動可能に配置され、後端部の一側部方向にテーパ部付き突片をもつ前記可動磁性体と、この可動磁性体のテーパ部と対向する側にテーパ部をもつスリップリングと、前記所定の条件のとき、前記スリップリングを所定距離後退させ、前記可動磁性体がロータ回転の遠心力および永久磁石の磁力を利用して当該永久磁石に密着させる駆動制御部とを備えたことを特徴とする請求項1記載の永久磁石式回転電機。

【請求項6】 界磁弱め機構は、永久磁石に対して所定の空隙をもって可動可能に配置された可動磁性体と、この可動磁性体の前記永久磁石とは反対側に設置され、前記可動磁性体を吸着・離脱させる電磁石とを備えたことを特徴とする請求項1記載の永久磁石式回転電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は永久磁石を用いた永久磁石式回転電機に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、軸方向永久磁石界磁方式の回転

電機は以下のような構成となっている。この回転電機はステータとロータが所定の空隙をもって対向配置され、そのうちステータ側は、電機子鉄心を有し、この電機子鉄心にはコイルが巻装されている。ロータ側は、界磁磁束を発生する永久磁石が固定・配置されている。

【0003】この永久磁石式回転電機は、小型・高出力でメンテナンス性に優れ、かつ、誘導機に比べて励磁電流の可変が可能であるために制御性に優れており、最近では、電気推進システム等を含む多くの技術分野で広く利用されている。

【0004】本来、電気自動車等の電気推進システムやコンプレッサ等に使用するモータは、低速領域では定トルク運転であるが、高速領域では定出力運転となる。従って、定トルク領域では端子電圧が回転数にほぼ比例して大きくなるが、定出力領域ではトルクが小さく、電流も少なくてよいことから、電圧が一定の値となることが望ましい。

【0005】しかし、永久磁石式回転電機は、界磁に永久磁石を用いているので、界磁磁束は一定となる。その結果、電機子コイルと鎖交する磁束量は一定であるが、ロータの回転数を上げると、この回転数に比例して誘起電圧が高くなるので、回転電機前段側のインバータの電圧よりも高くなると、インバータ側から回転電機に電流が流れ込まなくなり、回転電機の回転が不能となる。この回転電機の高速回転を可能とする場合には、単純にインバータの電圧を大きくすればよいが、インバータの皮相電力が大きくなり、インバータは大型化し、また変換効率も悪くなる。

【0006】そこで、従来、界磁磁束と逆方向に作用する電機子反作用のd軸成分（ベクトル成分）の電機子電流を流すことにより、電機子コイルと鎖交する界磁磁束を低下させるようにした等価的な弱め界磁制御の技術が用いられている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上のような弱め界磁制御技術は、永久磁石の比透磁率が真空の比透磁率（1.0）に近い値（1.1）となるので、電機子側からロータ側の界磁をみたとき、磁気的空隙長が永久磁石厚みと機械的空隙長との和となり、非常に大きくなる。その結果、弱め界磁の効果を適切に得るためには、d軸の電機子電流がかなり大きくしなければならず、効率的、温度的に問題となり、実用上の面からも問題がある。

【0008】また、永久磁石自身にも電機子反作用によって反磁界が直接加わるといった問題があり、さらに特性が劣化（減磁）するおそれがある上、磁束弱め中のインバータの故障も問題となる。これは、磁束弱めを行っている最中に、何らかの理由によってインバータが動作しなくなった時、慣性で回り続けるロータによって発生する逆起電力による高い電圧がそのままインバータ或い

は直流側に流れ込んで種々の回路に悪影響を与える可能性がある。

【0009】そこで、従来の弱め界磁制御技術では、インバータ等の異常の問題が考えられるので、高速回転域の幅を狭めた状態で使用しており、より広い回転速度範囲の運転が難しい。

【0010】本発明は、上記実情に鑑みてなされたもので、低速回転から高速回転まで広範囲の運転を可能とし、特に高速回転時や前段回路の異常時等に確実に誘起電圧を抑制し、前段回路に何ら悪影響を及ぼさない安全性の高い永久磁石式回転電機を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するために、電機子コイルが装着されているステータと、このステータに対して所定の空隙を介して主界磁の永久磁石が対向配置されたロータと、ロータが所定値以上の高速回転となったとき、前記ロータの前段側回路が異常となったとき、所定値以上の負荷状態となったとき、永久磁石の磁気回路を短絡する可動磁性体を有する界磁弱め機構とを設けた永久磁石式回転電機である。

【0012】なお、界磁弱め機構としては、下記する複数の構成のものが考えられる。

(1) その1つは、T字形状に形成され、その前端部側が永久磁石に対して所定の空隙をもって可動可能に配置され、後端部の側部方向に舌片をもつ前記可動磁性体と、この可動磁性体を挿通する長孔が形成され、通常運転時、当該可動磁性体の舌片に係合されるストッパと、前記所定の条件のとき、前記ストッパを移動させて前記長孔から舌片を離脱するストッパ押し部材とを有し、この離脱された可動磁性体がロータ回転の遠心力および永久磁石の磁力を利用して当該永久磁石に密着させる構成である。

(2) 他の1つは、永久磁石に対して所定の空隙をもって可動可能に配置された板状の可動磁性体と、この可動磁性体と回転軸とを接続し、弾性力とロータ回転の遠心力と永久磁石の磁力とに抗して可動磁性体を前記永久磁石に密着させる弾性体とを設けた構成である。

(3) さらに、他の1つは、T字形状に形成され、その前端部側が永久磁石に対して所定の空隙をもって可動可能に配置され、後端部の側部方向にテーパー部付き突片をもつ前記可動磁性体と、この可動磁性体のテーパー部と対向する側にテーパー部をもつスリップリングと、前記所定の条件のとき、前記スリップリングを所定距離後退させ、前記可動磁性体がロータ回転の遠心力および永久磁石の磁力を利用して当該永久磁石に密着させる駆動制御部とを設けた構成である。

(4) さらに、他の1つは、永久磁石に対して所定の空隙をもって可動可能に配置された可動磁性体と、この可動磁性体の前記永久磁石とは反対側に設置され、前記可動磁性体を吸着・離脱させる電磁石とを設けた構成で

ある。

【0013】本発明は、以上のような手段を講じたことにより、界磁弱め機構は、ロータの所定値以上の高速回転、ロータ前段側回路の異常、所定値以上の負荷状態となったとき、ロータ回転の遠心力および永久磁石の磁力等を利用して可動磁性体を移動させて永久磁石に密着させるので、永久磁石の磁気回路が短絡され、この永久磁石の磁束の一部が可動磁性体を通して漏れ磁束となるので、電機子コイルとの鎖交磁束量が減少し、回転電機から発生する電圧を抑えることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態) 図1および図2は本発明に係わる永久磁石式回転電機の一実施形態を示す回転軸方向断面図および界磁弱め機構図である。なお、この実施の形態は、軸方向ギャップであり、かつ、4極構造の回転電機の適用例である。

【0015】まず、本発明に係わる永久磁石式回転電機を説明するに先立ち、従来の回転電機との関係を説明する。従来、永久磁石式回転電機に対し、負のd軸電流の電機子反作用による永久磁石の磁束を低減させて端子電圧を調整する等価弱め界磁制御法があるが、永久磁石の磁束量を低減させるにはかなりの電機子電流を必要とする。このため、電機子反作用による弱め界磁の効果は小さく、高速回転領域を拡大することは難しい。また、永久磁石に電機子反作用により反磁界が直接加わり、減磁するおそれがある。

【0016】そこで、本発明に係わる永久磁石式回転電機は、以上の観点を踏まえつつ、実現したものであり、以下、具体的に説明する。すなわち、この回転電機は、断面凹形状に形成されたステータ1と、このステータ1の凹形状をなす空隙部分に回転軸2を介して回転可能に軸支されたロータ3と、界磁弱め機構4とによって構成されている。

【0017】前記ステータ1は、ケイ素鋼板を積層してなる電機子鉄心11によって構成され、この電機子鉄心11には電機子コイル12が巻装されている。一方、ロータ3は、ロータ鉄心13で構成され、このロータ鉄心13の表面に異極の関係にある4個の永久磁石14が固定・配置されている。この永久磁石14は、ステータ1側と対峙する側に例えばS極、その反対側にN極が位置するように配置され、永久磁石14から発生する界磁磁束がステータ1の電機子鉄心11および回転軸2を通過して一巡するようになっている。

【0018】前記界磁弱め機構4は、回転軸2のロータ固定ベースと永久磁石14との間に所定の隙間21を形成するとともに、この隙間231から回転軸心方向にT字形状の可動磁性体22が進退可能にストッパ23に挿入されている。

【0019】この可動磁性体22は、その前端部が隙間

21部分に位置し、後端部の一側部方向に舌片22aが形成されている。ストップ23は、ロータ固定ベースの回転軸方向となる一側面から可動磁性体22の挿入方向と直交する方向に進退自在に挿入され、図2に示すように例えば楕円形状の長孔23aが形成されている。そして、常時は、可動磁性体22の舌片22aがストップ23の長孔23aに係合されており、ストップ押し部材24により押されてストップ23が所定距離だけ移動したとき、長孔23aから外れるような構成となっている。

【0020】従って、以上のような構成の実施の形態によれば、低速回転および所定値以下の高速回転を含む通常回転時、ストップ押し部材24はストップ23から所定の間隔だけ離れた位置に設定されている。さらに、可動磁性体22は、ストップ23の長孔23aに挿入され、当該可動磁性体22の舌片22aが長孔23aの一端側に係合され、永久磁石14と所定の空隙をもって配置されている。

【0021】この状態においてロータ3が回転すると、その回転数に比例して誘起電圧が大きくなっていく。そして、ロータ3の回転数が高くなり、所定の回転数以上の高速回転となったとき、ストップ押し部材24がストップ23を所定距離だけ押し込むように前進する。ここで、ストップ23の移動に伴って長孔23aの位置も移動するので、可動磁性体22の舌片22aがストップ23の長孔23aから外れる。

【0022】その結果、可動磁性体22が可動状態になるので、ロータ回転の遠心力と永久磁石14の磁力とにより永久磁石14に密着する。つまり、可動磁性体22は永久磁石14の両極に短絡し漏れ磁気回路となる。これにより、永久磁石14の磁束の一部が可動磁性体22を通して漏れ磁束となり、電機子コイル12との鎖交磁束量が減少し、回転速度が抑制されるので、誘起電圧が抑制される。

【0023】なお、上記実施の形態は、ロータ3の回転数が所定の回転数以上になったとき、ストップ押し部材24を駆動する構成としたが、例えば所定の回転数以上の高速回転を検出せず、何らかの原因でインバータ等が動作しなくなる等の非常時にストップ押し部材24を駆動させる構成でもよい。この場合にも可動磁性体22が永久磁石14の両極を短絡することにより、永久磁石14の磁束の一部が漏れ磁束となり、電機子コイル12との鎖交磁束量が減少する。その結果、ロータ3は慣性で回り続けても、逆起電力による高い電圧を抑えることができ、インバータ或いは直流側に悪影響を及ぼすようなことがない。

(第2の実施の形態) 図3および図4は本発明に係わる永久磁石式回転電機の他の実施形態を示すロータ構成図および回転軸方向断面図である。

【0024】この実施の形態は、界磁弱め機構4として、回転軸2のロータ固定ベースと永久磁石14との間

に所定の隙間31が形成され、この隙間31部分に板状の可動磁性体32を配置されている。さらに、可動磁性体32と回転軸2がスプリング等の弾性部材33を接続されている。

【0025】このような構成の実施の形態によれば、低速回転から所定の高速回転までは、弾性部材33の弾性力が遠心力+磁力よりも勝るように設定されている。そのため、ある負荷状態または定トルク領域では、可動磁性体32が永久磁石14から離れているので、永久磁石14は本来の性能を発揮し、電機子コイル12との鎖交磁束量が大きくなる。

【0026】一方、高速回転時には、ロータ回転の遠心力+磁力がバネ弾性力より大きくなるように設定する。その結果、高速回転領域では、バネ弾性力に抗して永久磁石14が可動磁性体32を密着することにより、永久磁石14の磁気回路を短絡する磁路が形成され、界磁束の一部がバイパスされるので、永久磁石14の磁束の一部が漏れ磁束となり、電機子コイル12との鎖交磁束量が減少する。これにより、回転電機の端子電圧を低下させることができ、インバータから回転電機に電流が流れ込まないといった不都合な問題がなくなり、広範囲の回転領域にわたって運転が可能となる。

(第3の実施の形態) 図5および図6は本発明に係わる永久磁石式回転電機の一実施形態を示す回転軸方向断面図および界磁弱め機構図である。

【0027】この回転電機における界磁弱め機構4は、回転軸2のロータ固定ベースと永久磁石14との間に所定の隙間41が形成され、この隙間41から回転軸方向にT字形状の可動磁性体42が進退可能に挿入されている。

【0028】この可動磁性体42は、その前端部が隙間41部分に配置され、後端部の一側部方向に折曲して内側部分をテーパ状とした突片42aが形成されている。そして、可動磁性体42の進退方向と直交する方向にテーパ部をもつスリップリング43が進退可能に設けられている。そして、このスリップリング43のテーパ部と突片42aのテーパ部とが互いに係合し合う状態に設定されている。

【0029】このような構成の実施の形態によれば、回転数、負荷、温度、インバータ等野異常に伴って、スリップリング43が後退するように移動すると、突片42aのテーパ部が遠心力+磁力のバランスの下にスリップリング43のテーパ部に係合しつつ永久磁石14に近づくように可動し、永久磁石14に密着させることができる。これによって第1、第2の実施の形態と同様に可動磁性体42が永久磁石14の両極を短絡し、永久磁石14の磁束の一部が漏れ磁束となり、電機子コイル12との鎖交磁束量を減少させることができる。

【0030】この実施の形態の場合には、自由な条件設定の下にスリップリング43を駆動すれば、回転電機の

最適な運転を確保できる。

(第4の実施の形態) 図7は本発明に係わる永久磁石式回転電機の一実施形態を示す回転軸方向断面図である。

【0031】この回転電機における界磁弱め機構4は、回転軸2のロータ固定ベースと永久磁石14との間に所定の隙間51が形成され、この隙間51部分に板状の可動磁性体52が配置されている。さらに、板状の可動磁性体52の永久磁石14とは反対側に電磁石53を配置し、この電磁石53の励磁および非励磁制御により、可動磁性体52を永久磁石14に密着させたり、離反させたりする構成である。

【0032】このような構成の実施形態によれば、第3の実施の形態と同様に回転数、負荷、温度、インバータの異常等の条件の下に、電磁石53を非励磁または励磁制御することにより、電磁石53から可動磁性体52から離反するようにすれば、遠心力+磁力により、可動磁性体52を永久磁石14に密着させることができ、第1ないし第3の実施の形態と同様な動作ないし機能を発揮させることが可能である。なお、上記各実施の形態は、軸方向ギャップの永久磁石式回転電機に適用したが、ラジアルギャップの永久磁石式回転電機や永久磁石式リニアモータにも同様に適用できることは言うまでもない。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、高速回転時等の一定の条件下で永久磁石に可動磁性体を密着させることにより、永久磁石による電機子コイルの鎖交磁束量を調整できるので、電圧を調整・抑制でき、低

速回転から高速回転までの広範囲の運転を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係わる永久磁石式回転電機の一実施の形態を示す回転軸方向断面図。

【図2】 図1に示す界磁弱め機構の断面図。

【図3】 本発明に係わる永久磁石式回転電機を構成するロータ側の一実施の形態を示す径方向断面図および軸方向断面図。

【図4】 本発明に係わる永久磁石式回転電機の他の実施の形態を示す回転軸方向断面図。

【図5】 本発明に係わる永久磁石式回転電機の更に他の実施の形態を示す回転軸方向断面図。

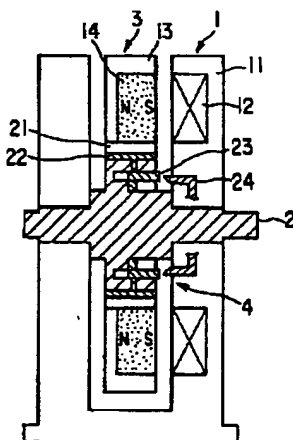
【図6】 図5に示す界磁弱め機構の断面図。

【図7】 本発明に係わる永久磁石式回転電機の更に他の実施の形態を示す回転軸方向断面図。

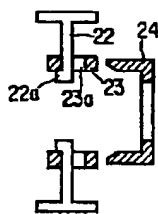
【符号の説明】

- 1…ステータ
- 2…回転軸
- 3…ロータ
- 4…界磁弱め機構
- 12…電機子コイル
- 14…永久磁石
- 21、32、42、52…可動磁性体
- 23…ストッパ
- 33…弾性部材
- 43…スリップリング
- 53…電磁石

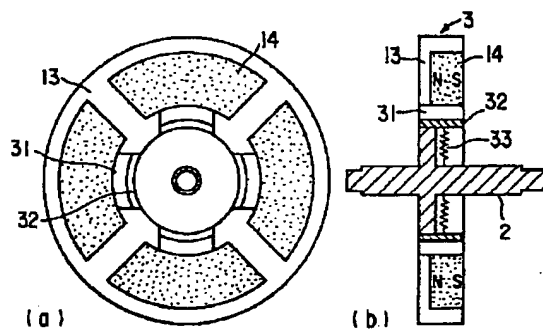
【図1】



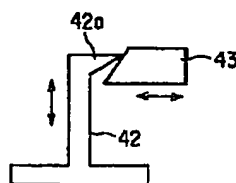
【図2】



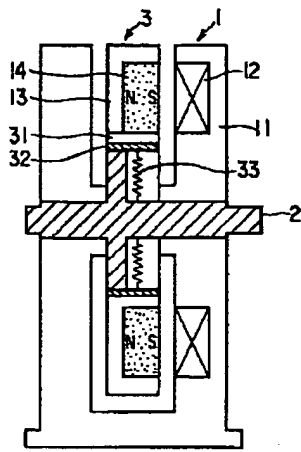
【図3】



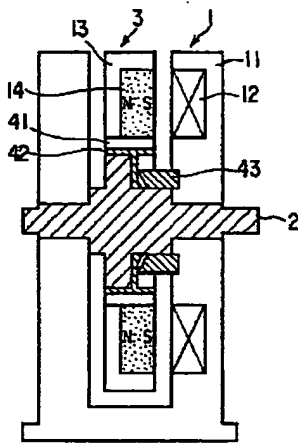
【図6】



【図4】



【図5】



【図7】

